

Erfindungspatent für die Schwei^z und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5



(21) Gesuchsnummer: 01184/96

(73) Inhaber:
Ascom Systec AG, Gewerbepark,
5506 Mägenwil (CH)

(22) Anmeldungsdatum: 09.05.1996

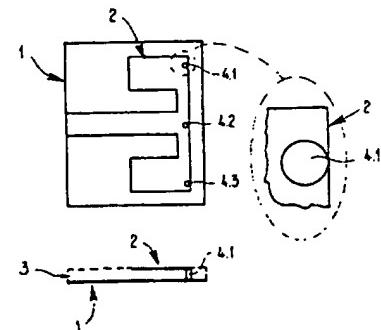
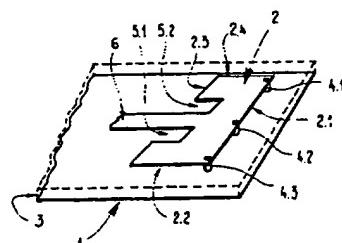
(72) Erfinder:
Dr. Ulrich Dersch, Mattenweg 466,
5512 Wohlenschwil (CH)
Mathias Liebendörfer, Murbacherstrasse 18,
4056 Basel (CH)
Franz Rothlauf, Mühlbachstrasse 35,
96173 Staffelbach (DE)

(24) Patent erteilt: 28.02.2001

(74) Vertreter:
Keller & Partner Patentanwälte AG, Schmiedenplatz 5,
Postfach, 3000 Bern 7 (CH)

(54) Patch-Antenne.

(57) Eine Patch-Antenne wird durch eine Grundplatte (1) und eine darüber angeordnete Resonatorplatte (2) gebildet. Die Resonatorplatte (2) ist an einer ersten Seite (2.1) mit der Grundplatte (1) kurzgeschlossen (4.1, 4.2, 4.3). An einer gegenüberliegenden zweiten Seite (2.3) sind Einschnitte (5.1, 5.2) vorgesehen zwecks Speisung der Patch-Antenne mit einem Mikrostreifenleiter (6) an einem Punkt hoher Ströme.



Beschreibung

Stand der Technik

Zur Realisierung drahtloser lokaler Netzwerke (wie sie z.B. im Rahmen des European Telecommunications Standard HIPERLAN definiert sind) werden flache Antennen benötigt, die wenn möglich in einer horizontalen Ebene omnidirektional abstrahlen. Auf diese Weise können Peer-to-Peer-Netzwerke aufgebaut werden, in welchen mehrere Computer (PCs, Laptops) direkt miteinander Daten austauschen können.

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Patch-Antenne anzugeben, die möglichst klein und insbesondere sehr flach ist, eine relativ grosse Bandbreite und eine gute Abstrahlung in der horizontalen Ebene hat. Im Übrigen sollte die Antenne für die Massenherstellung geeignet sein.

Die erfindungsgemäße Lösung ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert.

Demzufolge hat die Patch-Antenne eine Grundplatte und eine darüber angeordnete Resonatorplatte. Die Resonatorplatte ist an einer ersten Seite mit der Grundplatte kurzgeschlossen. An einer gegenüberliegenden zweiten Seite ist ein Einschnitt zur Speisung der Antenne in einem Punkt hoher Ströme platziert. Der Kurzschluss verkürzt die Länge der Antenne, während durch das Vorhandensein einer Grundplatte die Beeinflussung der Resonanzfrequenz durch benachbarte Gegenstände minimiert wird. Durch Variieren der Tiefe des Einschnitts (Notch) wird die Eingangsimpedanz der Antenne angepasst.

Vorzugsweise hat die Grundplatte eine Fläche in derselben Größenordnung wie die Außenabmessungen der Resonatorplatte. Es wird also bewusst nicht von einer unendlich grossen (z.B. zehnmal grösseren) Grundplatte ausgegangen. Auf diese Weise wird nicht nur der Platzbedarf kleiner, sondern auch die Abstrahlcharakteristik omnidirektionaler. Die Grundplatte ist z.B. weniger als dreimal so gross wie die (Außenabmessungen der) Resonatorplatte.

Zum Kurzschließen der Resonatorplatte können an der entsprechenden Seite z.B. drei symmetrisch verteilte Stifte vorgesehen sein. Es ist aber auch denkbar, die ganze Seite über eine rechtwinklig abgekrümmte Lasche kurzzuschliessen.

Im Hinblick auf die Integration der Antenne sowie herstellungstechnisch ist es von Vorteil, wenn die Resonatorplatte durch einen Mikrostreifenleiter gespeist ist. Dieser kann z.B. zusammen mit der Resonatorplatte als gedruckte Leiterbahn (bzw. Metallisierung) auf ein Substrat aufgebracht sein. Hat das Substrat eine relative Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r > 1$, dann wird die ganze Antennenanordnung bei vorgegebener Frequenz noch kompakter. Elektrisch unproblematisch ist zweifellos die Speisung mittels eines durch die Grundplatte hindurchgeföhrten Koaxialleiters. Allerdings ist eine solche Konstruktion herstellungstechnisch aufwändiger.

Die kurze Seite der im Umriss rechteckigen Resonatorplatte hat eine Länge von $\lambda/4$ oder kleiner. λ bezeichnet dabei die Wellenlänge in Luft oder – falls ein Substrat vorhanden ist – im dielektrischen Medium. Die Breite des Resonators ist im Prinzip undefiniert, das heisst sie kann innerhalb eines grossen Bereichs variiert werden. Der Einschnitt kann symmetrisch oder asymmetrisch ausgebildet bzw. angeordnet sein und kann in seiner Abmessung variiert werden, um die Antenne anzupassen.

Im Hinblick auf eine erhöhte Bandbreite ist es von Vorteil, neben den Einschnitten gebildete Flügel asymmetrisch auszubilden, wobei letztere vorzugsweise gegen aussen abgeschrägte Enden haben.

Die erfindungsgemäße Antenne eignet sich vorzüglich zur Realisierung eines Diversity-Empfängers. Die Antennen werden z.B. an drei Seiten einer gemeinsamen rechteckigen Grundplatte angeordnet («Kleeblattanordnung»).

Aus der Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

Kuze Beschreibung der Zeichnungen

Die zur Erläuterung der Ausführungsbeispiele verwendeten Zeichnungen zeigen:

Fig. 1a-d eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Antenne in perspektivischer Ansicht bzw. in der Draufsicht-,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer bezüglich der Bandbreite optimierten Antenne,

Fig. 3 eine Anordnung von drei Antennen zur Realisierung eines Diversity-Empfängers.

Grundsätzlich sind in den Zeichnungen gleiche Teile mit gleichen Bezugssymbolen versehen. Die Masse sind jeweils in mm angegeben.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Fig. 1a zeigt ein Beispiel einer erfindungsgemässen Patch-Antenne. Über einer Grundplatte 1 ist eine Resonatorplatte 2 angeordnet. Dazwischen kann bei Bedarf ein dielektrisches Substrat 3 vorgesehen sein. Die Resonatorplatte 2 ist dann eine selektiv aufgedruckte Metallisierung auf der Oberseite des Substrats 3, während die Grundplatte 1 eine ganzflächige Metallisierung der Unterseite des Substrats 3 ist.

An einer Seite 2.1 sind drei Stifte 4.1, 4.2, 4.3 für den Kurzschluss zwischen Resonatorplatte 2 und Grundplatte 1 vorgesehen. Anstelle von drei Stiften 4.1, 4.2, 4.3 kann im Prinzip auch eine durchgehende Platte (abgewinkelte Lasche) verwendet werden.

An einer gegenüberliegenden Seite 2.3 der Resonatorplatte 2 sind Einschnitte 5.1, 5.2 ausgebildet. Ein Mikrostreifenleiter 6 kontaktiert die Resonatorplatte 2 an einem Ort hoher Ströme. D.h. die Resonatorplatte 2 ist in einem inneren Bereich (engl. Notch) angeschlossen.

Anhand der Fig. 1b-d soll beispielhaft eine konkret implementierte Dimensionierung erläutert wer-

den. Ausgangspunkt war eine Resonanzfrequenz $f_0 = 5.12$ GHz, eine relative Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r = 2.5$ und $\tan\delta = -0.001$. Die Abmessung der Grundplatte 1 betrug etwas mehr als 22 mm in der Breite und ca. 15 mm in der Länge. Die Resonatorplatte 2 war mit ihrer Seite 2.1 parallel zur Breitseite der Grundplatte 1 in einem Abstand von ca. 1.6 mm angeordnet. Die Seiten 2.2 resp. 2.4 hatten zur Längsseite des Substrats 1 einen Abstand von ebenfalls 1.6 mm.

Die Seite 2.1 der Resonatorplatte 2 hatte eine Länge von knapp 19 mm, die Seite 2.2 eine Länge von etwas mehr als 7.8 mm. Die Tiefe eines Einschnitts 5.1 bzw. 5.2 betrug etwa 7.25 mm und die Breite etwa 3.1 mm. Durch Variieren dieser Größen kann – wie bereits erwähnt – die Anpassung der Antenne durchgeführt werden.

Der Mikrostreifenleiter 6 hatte vom Rand der Grundplatte 1 bis zur Resonatorplatte gerechnet eine Länge von 5.6 mm. Seine Breite betrug 4.5 mm. Die Breite des Mikrostreifenleiters 6 wurde so gewählt, dass eine Eingangsimpedanz von 50Ω entstand.

Die drei Stifte 4.1, 4.2, 4.3 waren zylindrisch ausgebildet (\varnothing ca. 0.53 mm) und tangierten die Seite 2.1. Von der Seite 2.4 hatte der Stift 4.1 einen Abstand von etwa 0.53 mm. Der Stift 4.3 war spiegelsymmetrisch bzgl. der Mittelachse der Anordnung platziert. Der Abstand der Resonatorplatte 2 von der Grundplatte 1 betrug 1.59 mm.

Die Bandbreite bei einem Referenzlevel von -10 dB Reflexionsverlusten (reflection loss) betrug etwa 1.6% (Frequenzbereich z.B. 5.08–5.16 GHz).

Durch Abändern der Geometrie und der Masse der Resonatorplatte lässt sich die Bandbreite erhöhen. Fig. 2 zeigt eine Antennenanordnung mit einer Bandbreite von 3.4%. Dies wurde durch eine asymmetrische Gestaltung der beiden Flügel 14.1, 14.2 und der Einschnitte 5.1, 5.2 erreicht. Während die Gesamtlänge der Flügel 14.1, 14.2 nach wie vor jeweils 7.8 mm beträgt, sind nun die äusseren Seiten 2.2 und 2.4 unterschiedlich lang, nämlich 7.1 mm bzw. 5.6 mm. Somit haben die Flügel gegen aussen abgeschrägte Enden 2.31, 2.32. Der Einschnitt 5.1 zum Flügel 14.1 hat eine Tiefe von 7.27 mm und derjenige (5.2) zum Flügel 14.2 eine solche von 5.17 mm. Die übrigen Masse waren dieselben wie beim Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1 a-d.

Fig. 3 zeigt eine Anordnung von drei Patch-Antennen zur Realisierung einer Empfänger-Diversity. Dadurch, dass die drei Patch-Antennen so nahe beieinander angeordnet sind, entwickelt jede einzelne davon eine besondere Winkel- bzw. Raumselektivität. Die Distanz zwischen den strahlenden Kanten der einzelnen Antennen beträgt etwa $\lambda/2$. Dies genügt, um eine Raumenterme zu erhalten. Beim Aussenden von Signalen (transmission) wird nur die mittlere Patch-Antenne 9 angesteuert.

Diese Antennenanordnung muss als Ganzes bzgl. Eingangsimpedanz und Abstrahlungscharakteristik optimiert werden. Bei der beispielhaft gezeigten Anordnung sind also drei Patch-Antennen 8, 9, 10 in einer «Kleeblattanordnung» platziert. Das heisst, jede Patch-Antenne 8, 9, 10 steht mit ihrer «Kurzschlusskante» (vgl. Seite 2.1 in Fig. 1a) an einer Randseite 7.1, 7.2, 7.3 der gemeinsamen

Grundplatte 7. Die Speisung erfolgt von der nicht benutzten vierten Seite der Grundplatte 7 her.

Die Patch-Antennen 8, 9, 10 haben eine T-Form (vgl. Notch-Anschluss in Fig. 1a-d). Die Mikrostreifenleiter 11, 13 verlaufen zunächst etwa auf der Achse der Seitenarme 9.1, 9.2 der Patch-Antenne 9, biegen dann aber rechtwinklig nach aussen weg.

Aus der bisherigen Beschreibung wird klar, dass sowohl eine einzelne Patch-Antenne als auch eine Diversity-Anordnung problemlos in einem Volumen von $54 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ untergebracht werden kann. Die starke Abstrahlung in horizontaler Richtung erlaubt es, eine erfundungsgemäss Antenne auf einer PCMCIA-Karte zu integrieren, welche in einem horizontalen Schlitz in den Computer einzuschließen ist. Die Antenne ragt dabei nur verhältnismässig wenig aus dem Computer heraus. Als Einzelement lässt sich die Antenne sogar in einem Volumen von $19 \times 8 \times 1.5 \text{ mm}^3$ bei 5.2 GHz unterbringen. Aus herstellungstechnischer Sicht ist es von Vorteil, dass die Antenne auf einem dielektrischen Substrat in der Art einer gedruckten Schaltung realisiert werden kann. Schliesslich seien auch noch einmal die grosse Bandbreite von deutlich über 10% und die gute Effizienz erwähnt.

Patentansprüche

1. Patch-Antenne mit einer Grundplatte (1) und einer darüber angeordneten Resonatorplatte (2), welche an einer ersten Seite (2.1) mit der Grundplatte (1) kurzgeschlossen ist und an einer gegenüberliegenden zweiten Seite (2.3) einen Einschnitt für eine Speisung in einem Punkt hoher Ströme aufweist.
2. Patch-Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Grundplatte (1) Aussenabmessungen hat, die in der ähnlichen Größenordnung wie die Aussenabmessungen der Resonatorplatte (2) sind.
3. Patch-Antenne nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Umriss der Grundplatte (1) weniger als dreimal so gross wie der Umriss der Resonatorplatte (2) ist.
4. Patch-Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonatorplatte (2) über drei Stifte (4.1, 4.2, 4.3) mit der Grundplatte (1) kurzgeschlossen ist.
5. Patch-Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonatorplatte (2) durch einen Mikrostreifenleiter (6) gespeist ist.
6. Patch-Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsimpedanz durch Variieren der Tiefe des Einschnitts (5.1 bzw. 5.2) angepasst werden kann.
7. Patch-Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass neben den Einschnitten (5.1, 5.2) gebildete Flügel (14.1, 14.2) asymmetrisch ausgebildet sind, wobei sie insbesondere gegen aussen abgeschrägte Enden haben.
8. Patch-Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonatorplatte (2) im Umriss eine Breite von max. $\lambda/2$ und eine Länge von max. $\lambda/4$ hat.

9. Patch-Antenne nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Grundplatte (1) und Resonatorplatte (2) ein dielektrisches Substrat (3) vorgesehen ist und dass die Resonatorplatte (2) und der Mikrostreifenleiter (6) durch eine aufgedruckte Metallisierung gebildet sind.

5

10. Antennenanordnung mit drei Patch-Antennen (8, 9, 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die kurzgeschlossenen Seiten der Patch-Antennen (8, 9, 10) an drei Seiten (7.1, 7.2, 7.3) einer gemeinsamen Grundplatte (7) angeordnet sind und die Speisung vorzugsweise von der vierten Seite der Grundplatte (7) her erfolgt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

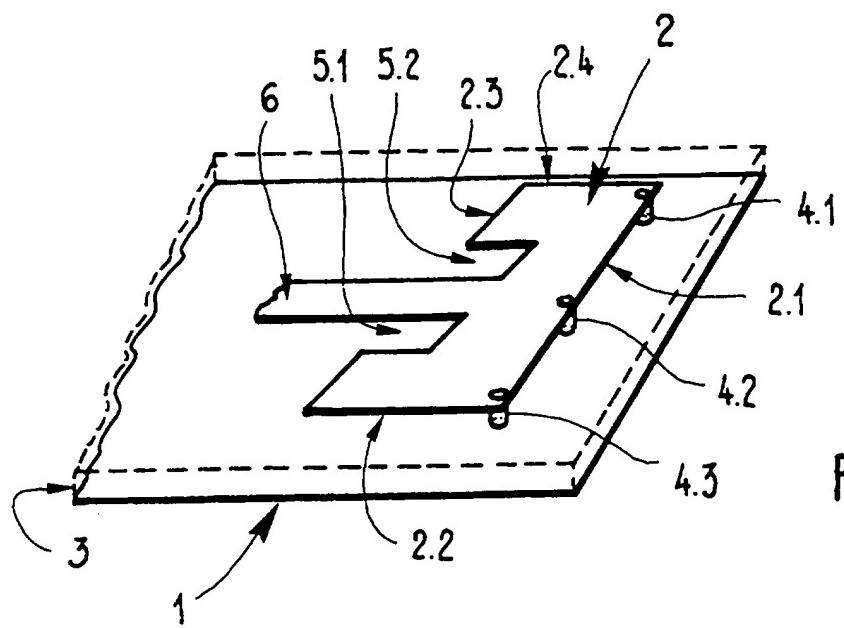


Fig. 1a

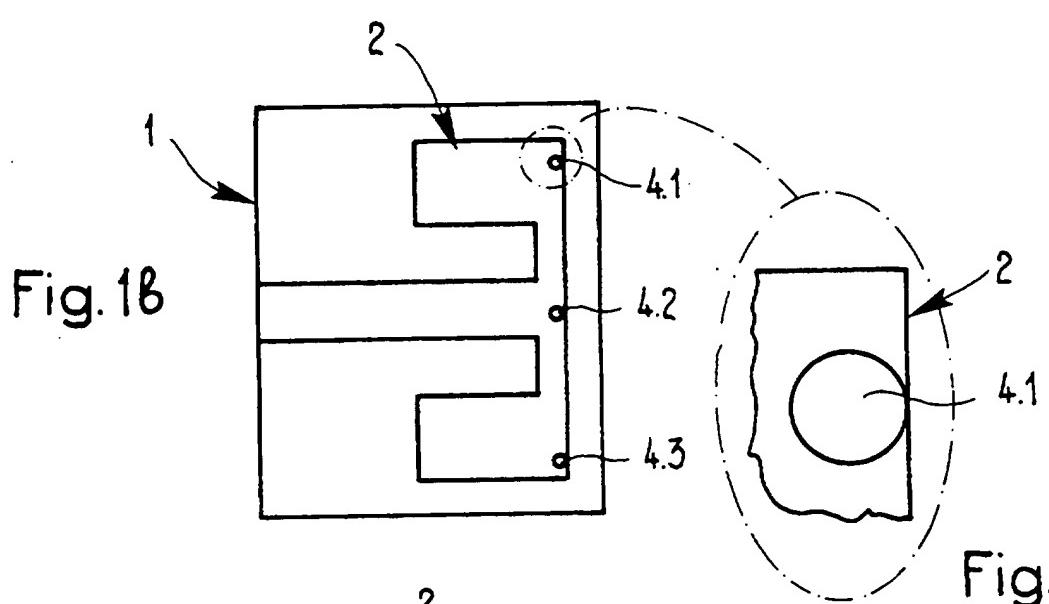


Fig. 1b

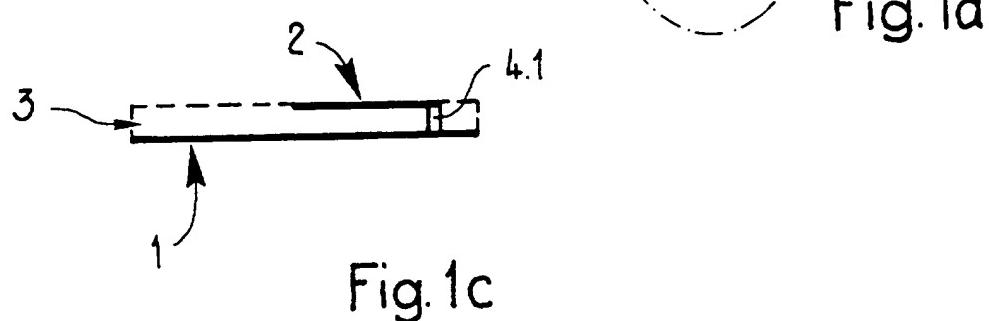


Fig. 1c

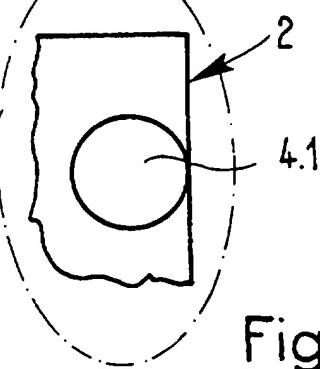


Fig. 1d

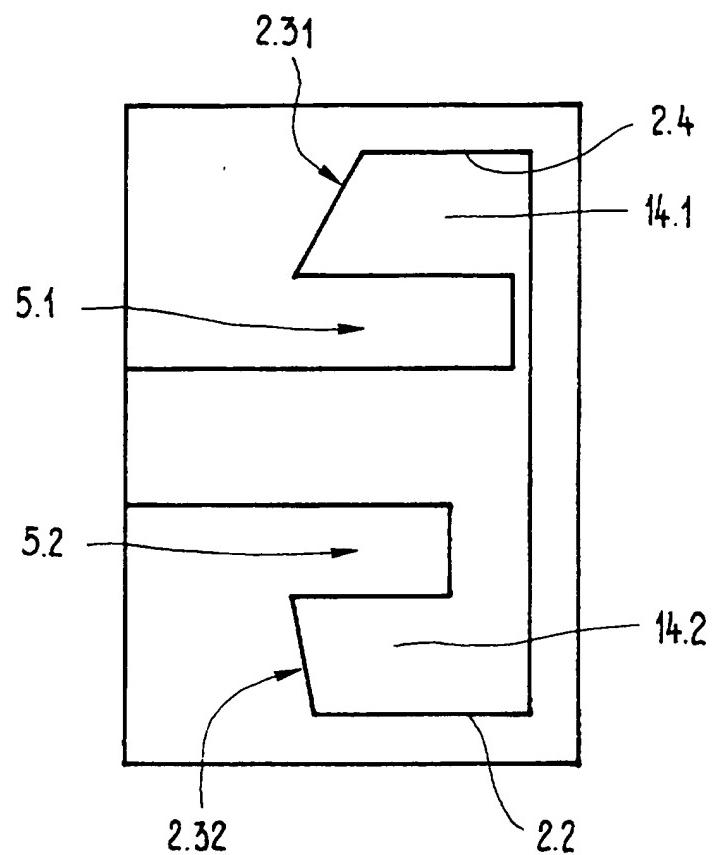


Fig. 2

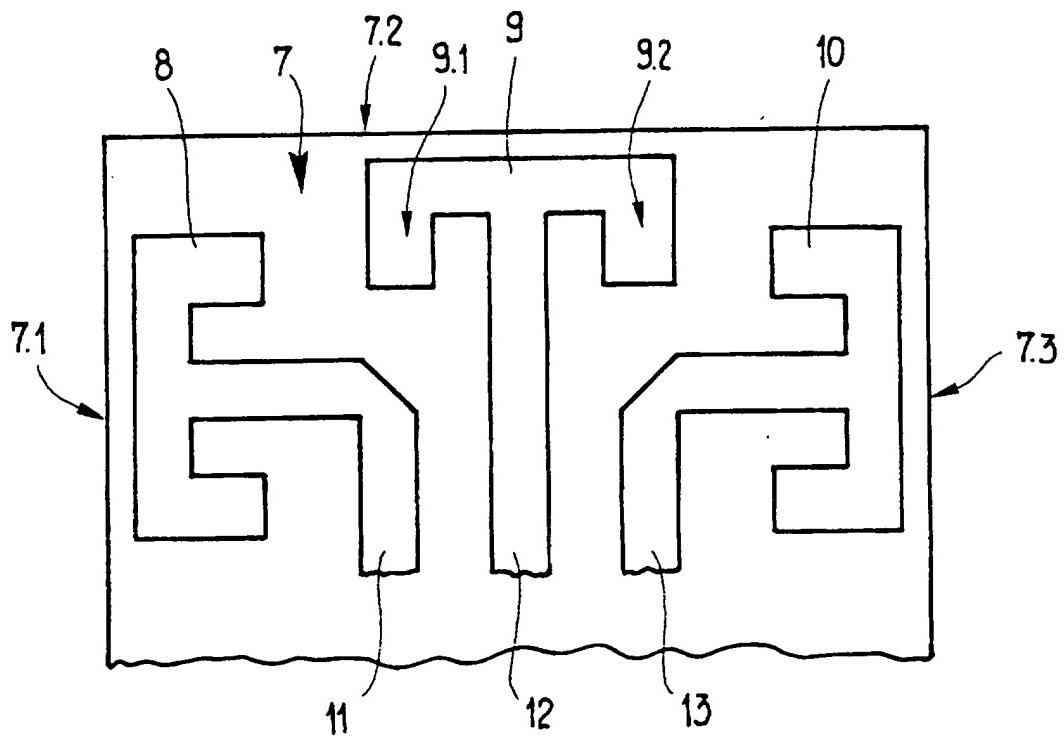


Fig.3